



## CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO COM PÓ DE ROCHA E BIOFERTILIZANTE

Gabriel Campos do Amaral<sup>1</sup>, Mariana Pina da Silva Berti<sup>2</sup>, Alan Abadio da Silva<sup>1</sup>, Geovani Soares da Silva Junior<sup>1</sup>, José Paulo Carneiro Custódio<sup>1</sup>, Wanderson Araújo Peixoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduado, Agronomia, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Ipameri, GO.

<sup>2</sup> Docente, Universidade Estadual de Goiás (UEG), Ipameri, GO. \*E-mail do autor correspondente: [mariana.berti@ueg.br](mailto:mariana.berti@ueg.br)

Recebido: 06/02/2020; Aceito: 25/11/2020

**RESUMO:** Na soja a fertilidade do solo é considerado um dos principais fatores responsáveis pela queda de produtividade dos grãos. Devido a isso o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes fertilizantes nos componentes de produção e produtividade de grãos de soja cultivados no cerrado. O experimento foi conduzido na safra 2016-2017. *O delineamento utilizado foi de blocos casualizados no esquema em faixas com cinco repetições.* O experimento teve como tratamento oito tipos de fontes como adubação e um tratamento testemunha que não teve adubação alguma sendo o tratamento (1) pó de rocha mica xisto, tratamento (2) pó de rocha mica xisto + adubação com MAP e KCl, tratamento (3) pó de rocha mica xisto com metade da adubação de MAP e KCl tratamento (4) adubação com MAP e KCl, tratamento (5) testemunha sem adubação, tratamento (6) adubação com MAP e KCl + inoculação turfoso, tratamento (7) adubação com MAP e KCl + inoculação no sulco de plantio, tratamento (8) biofertilizante pó de rocha + esterco bovino sem inoculação, tratamento (9) biofertilizante pó de rocha + esterco bovino + inoculação no sulco de plantio. A aplicação de pó de rocha na cultura da soja se mostrou muito promissor, seja como fonte de fertilizante, ou em substituição ou complementação ao uso de adubos altamente solúveis.

**Palavras-chave:** *Glycine max.* Agricultura. Fertilização. Solo. Planta.

## AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF SOYBEAN AS A FUNCTION OF FERTILIZATION WITH ROCK POWDER AND BIOFERTILIZER

**ABSTRACT:** In soybean, soil fertility is considered one of the main factors responsible for the fall in grain yield. Due to this the objective of this work was to evaluate the use of different fertilizers in the components of production and productivity of soybean grains grown in the 'Cerrado'. The experiment was conducted in the 2016-2017. The experimental design was a randomized complete block design with five replicates. The experiment had eight types of sources as fertilization and a control treatment that had no fertilization. The treatment (1) rock shale mica powder, treatment (2) rock shale mica powder + fertilization with MAP and KCl, treatment 3) rock shale mica with half of the fertilization of MAP and KCl treatment (4) fertilization with MAP and KCl, treatment (5) control without fertilization, treatment (6) fertilization with MAP and KCl + turfous inoculation, fertilization with MAP and KCl + planting furrow inoculation, treatment (8) biofertilizer rock dust + bovine manure without

inoculation, treatment (9) biofertilizer rock powder + bovine manure + inoculation in the planting groove. The application of rock dust in the soybean crop has shown to be very promising, either as a source of fertilizer, or in substitution or complementation to the use of highly soluble fertilizers.

**Key words:** *Glycine max*. Agriculture. Fertilization. Ground. Plant.

## INTRODUÇÃO

A soja, originária da China Antiga, apresentava importância como bem de consumo há mais de cinco mil anos, quando era utilizado na base alimentar (LAZZAROTTO; HIRAKUR, 2010). A produção cresceu consideravelmente e é caracterizada como um dos grãos mais produzidos mundialmente. Esse incremento é explicado pela versatilidade e utilização dos seus grãos e o aumento da população mundial e consumo de biocombustíveis derivados da soja, estima-se que a produção da cultura irá aumentar em 3,2% ao ano (AINSWORTH *et al.*, 2012).

A soja apresenta diversas utilidades tornando-a extremamente utilizada pela agroindústria com a produção de óleo vegetal, fabricação de alimentos, rações para o consumo animal e importância na indústria química (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2011). Em seus grãos, apresenta elevados teores de óleo e proteínas, que podem ultrapassar 20 e 40%, respectivamente, apresentando propriedades para a produção de biodiesel (LOPES *et al.*, 2002). A deficiência de nutrientes nos solos agrícolas brasileiros representa uma tendência para preocupação crescente num futuro próximo. Segundo Pessoa e Gonçalves (2002), na soja, a fertilidade do solo é considerada um dos principais fatores responsáveis pela queda de produtividade dos grãos.

Os nutrientes que as culturas necessitam em maiores quantidades são o nitrogênio, fósforo (P) e potássio (K) (CARMO *et al.*, 2014). O P é o nutriente mais limitante da produtividade de biomassa na cultura da soja em solos tropicais (NOVAIS; SMYTH, 1999). A sua importância advém de estar presente diretamente em componentes estruturais das células e metabólicos móveis armazenadores de energia, como a adenosina trifosfato (ATP), assim, o P torna-se um elemento essencial para o desenvolvimento da planta (SOUZA *et al.*, 2014).

Recentemente, no cenário agrícola, estudos com a utilização de insumos à base de pós de rochas (rochagem), vêm sendo desenvolvidos como alternativa ou complementação ao uso de fertilizantes solúveis (HANISCH *et al.*, 2013). A utilização desse tipo de insumo proporciona ganhos em produtividade da cultura, além de reduzir a utilização de adubações químicas e dos impactos ambientais (THEODORO, 2002).

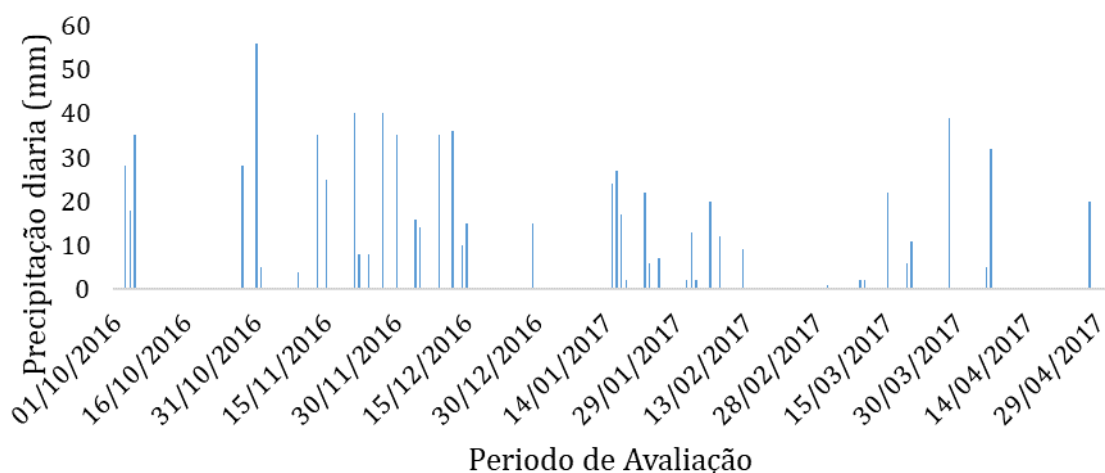
Pesquisas realizadas por Theodoro e Leonardos (2006), demonstram que o uso de pó de rocha na agricultura traz vantagens econômicas, ambientais e produtivas significativas em culturas de milho, arroz, mandioca, cana-de-açúcar em comparação à adubação convencional. A utilização da matéria orgânica (MO) também tem ganho espaço nos manejos agrícolas, pois, esta, aumenta a fertilidade do solo e, assim, conseqüentemente apresenta maiores produtividades (FREITAS *et al.*, 2012).

O uso do esterco associado com o pó de rocha proporciona uma maior utilização de nutrientes minerais do solo, uma vez que aumenta a atividade biológica e consequentemente a disponibilidade de nutrientes no solo (OSTERROHT, 2003). Devido a isso, o trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes fertilizantes nos componentes de produção e produtividade de grãos de soja cultivados no cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2016-2017 entre os meses de novembro e março, em área experimental pertencente à propriedade fazenda Paulo Uchôa localizada no município de Urutai – GO, entre a latitude 17°28'26" S e longitude 48°14'05" W. O solo, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) foi um Latossolo Vermelho Distrófico. O local vem sendo cultivado com culturas anuais há mais de 10 anos, sendo feito o plantio no sistema SPD (Sistema Plantio Direto).

As principais características do solo (0-0,2 m de profundidade, em condições naturais) foram: pH em água 5,2; 6,64 mg dm<sup>-3</sup> de P (Mehlich 1); 103 mg dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,40 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 3,50 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al; 1,34 dag kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica (MO); 37,05% de saturação por bases (V); 5,56 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de CTC (capacidade de troca de cátions). Em razão dessas condições de baixa fertilidade, foi realizado a calagem segundo a recomendação para a cultura (Sousa & Lobato, 2004), utilizando-se 1,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com 36,4% de CaO, 12% de MgO e PRNT de 87%.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica diária registrada na área experimental no período de outubro de 2016 a abril de 2017 na cultura da soja. *Daily rainfall recorded in the experimental area from October 2016 to April 2017 in the soybean crop.*

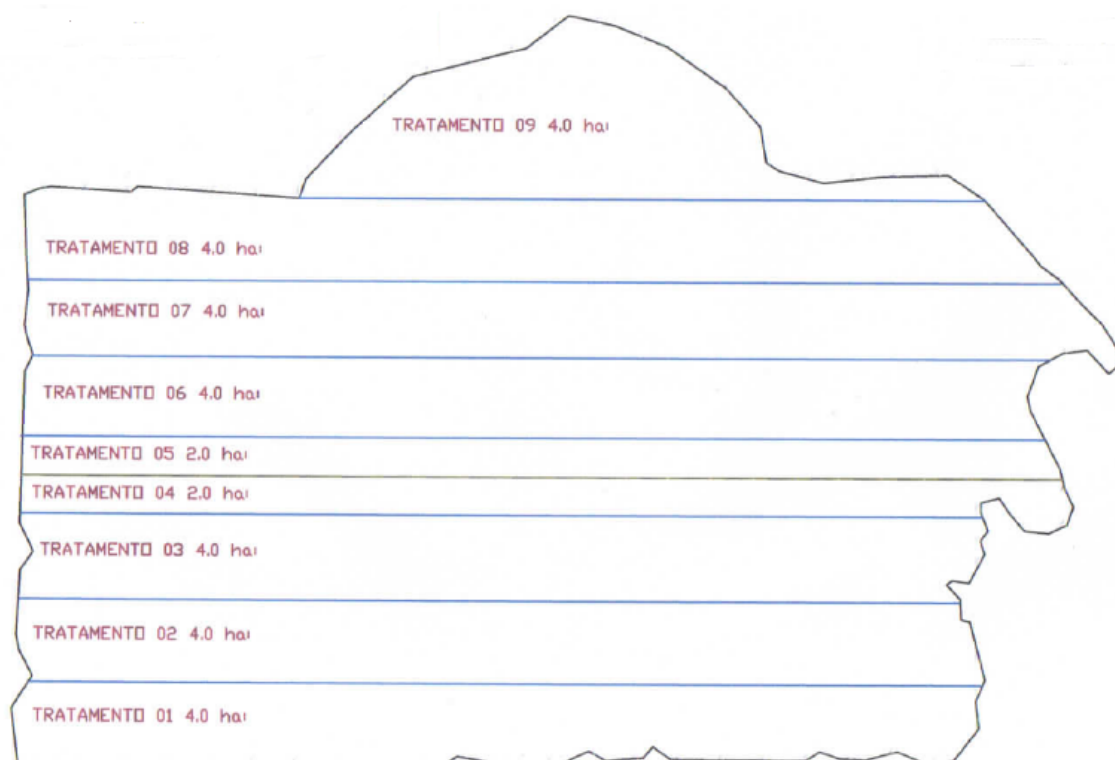
Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

A região apresenta um clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013) caracterizado como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura média anual é de 23°C no período de setembro a outubro, podendo chegar até a máxima de 30°C e, entre os meses de junho e julho, com mínima inferior a 15°C. A precipitação média anual é 1500 mm, com umidade relativa média do ar de 60%. Durante a

condução do experimento (Figura 1) foi mensurado com auxílio de um pluviômetro o regime de chuvas no local.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados no esquema em faixas com cinco repetições. O experimento teve como tratamentos: (1) Pó de rocha mica xisto 5 ton ha<sup>-1</sup>, (2) Pó de rocha mica xisto 5 ton ha<sup>-1</sup> + 250 kg ha<sup>-1</sup> de MAP + 100 kg KCl ha<sup>-1</sup>, (3) Pó de rocha mica xisto 5 ton ha<sup>-1</sup> + 125 kg de MAP ha<sup>-1</sup> + 50 kg KCl ha<sup>-1</sup>, (4) 250 kg de MAP ha<sup>-1</sup> + 100 kg de KCl ha<sup>-1</sup>, (5) controle sem adubação, (6) 250 kg MAP ha<sup>-1</sup> + 100 kg de KCl ha<sup>-1</sup> + inoculante turfoso, (7) 250 kg MAP ha<sup>-1</sup> + 100 kg de KCl ha<sup>-1</sup> + inoculante líquido, (8) Biofertilizante pó de rocha + esterco bovino 3 ton ha<sup>-1</sup> sem inoculação e (9) Biofertilizante pó de rocha + esterco bovino 3 ton ha<sup>-1</sup> + inoculante líquido.

Foi utilizado o inoculante turfoso (Glycimax<sup>R</sup>), com as estirpes de *Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 587 e 5019, em população bacteriana de 3,0 x 10<sup>9</sup> cels g<sup>-1</sup>, de acordo com o método-padrão.



**Figura 2.** Croqui da área experimental. *Sketch of the experimental area.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

O biofertilizante foi produzido na propriedade com o auxílio do confinamento de bovinos, com uso de 256 toneladas de pó de rocha. Foram colocadas 32 toneladas do pó de rocha em cada curral do confinamento formando uma camada, em seguida entrou com os animais. O confinamento teve duração de cinco meses, assim foi possível no final do processo obter um material com uma relação de 1:1 entre pó de rocha e esterco dos animais.

Quanto os tratamentos utilizando como fonte de adubo fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio (KCl) foram estabelecidas as doses de acordo com análise de solo e na tabela de recomendação de adubação para cultura da soja conforme descrito por (ALVARES *et al.*,

1999) que foi realizada antes do início da semeadura, ficando estabelecido doses de 250 kg ha<sup>-1</sup> e 100 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Com exceção do MAP, todas as adubações foram realizadas a lanço sem a necessidade de incorporação. Em relação às dimensões, a área total do experimento foi de trinta e dois hectares sendo dividida em sete parcelas de 40000 m<sup>2</sup> e duas parcelas de 20000 m<sup>2</sup>, para avaliação como área útil, foram utilizados cinco pontos de amostras ao longo das parcelas.

A cultivar de soja utilizada foi à variedade Monsoy 7739 IPRO, de ciclo médio. A semeadura ocorreu em 26/11/2016, com o auxílio de trator e semeadora-adubadora de discos para sistema plantio direto (SPD). O controle de ervas daninhas antes e após o plantio foram realizados utilizando herbicidas não seletivos em área total (Roundup transorb R 3,0 litros ha<sup>-1</sup>; Flumysin 500 0,04 kg ha<sup>-1</sup>). Houve ainda uma aplicação de fungicida (Fox 0,4 litros ha<sup>-1</sup>), inseticidas (Certero 0,100 litros ha<sup>-1</sup>; Rapel 0,800 kg ha<sup>-1</sup>) e outra com adubação foliar via pulverização (calcio e boro: 0,5 litros ha<sup>-1</sup> e fertilizante foliar aminoagro fruto plus 2 litros ha<sup>-1</sup>).

A colheita teve início em 24/03/2017. Utilizou para colher a soja, máquina colheitadeira de grãos. No florescimento no estágio reprodutivos R1/R2, foram coletadas amostras de tecido foliar para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Mn e Cu conforme a metodologia descrita por Souza e Lobato (2004).

Na avaliação de altura final da planta (correspondente à distância compreendida entre a superfície do solo e a extremidade apical da haste principal) e número de nós na haste (determinado a partir do primeiro nó verdadeiro). Amostraram-se de forma aleatória 10 plantas de soja por unidade experimental que se encontravam no estágio fenológico R8.

A colheita foi realizada manualmente, arrancando-se as plantas da área útil e, em seguida, retirando-se dez plantas para determinação do número de vagens por planta e número de grãos por vagem. A massa de 100 grãos (avaliando-se quatro repetições de cem grãos, coletados ao acaso, por parcela experimental, com seus resultados expressos em gramas e corrigidos para 13% de umidade, mensurados em balança de precisão 0,01 g) e a produtividade foram determinados com a umidade corrigida para 13%.

Para análise estatística foi utilizado o programa SISVAR. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ) e as médias dos tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A característica avaliada altura de planta apresentou variação de 64 a 77,4 cm (Tabela 1). Dentre os tratamentos o que apresentou menor valor para altura de planta foi o tratamento 9. Esperava-se maior altura de planta com a aplicação do biofertilizante + inoculação no sulco de plantio, pois o suprimento de N para a planta permitiria maior possibilidade de crescimento desta. Mas apesar disso o valor em altura de planta, ficou dentro do recomendado por Sediya *et al.* (2005), os quais citam que a altura mínima desejável para a colheita mecanizada em solos de topografia plana está em torno de 50 a 60 cm.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância e do teste de comparação de médias dos parâmetros: Altura de plantas (cm) (Alt.), número de nós na planta (NN), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (g) (M100) e produtividade (Prod.) (kg ha<sup>-1</sup>) referente aos tratamentos aplicados em planta de soja. Ipameri / GO, 2017. *Summary of analysis of variance and test of comparison of means of parameters: Height of plants (cm) (Alt.), Number of nodes in the plant (NN), number of pods per plant (NVP), number of grains per plant (NGP), mass of 100 grains (g) (M100) and productivity (Prod.) (kg ha<sup>-1</sup>) referring to the treatments applied in a soybean plant. Ipameri / GO, 2017.*

| Tratamento | Alt. (cm) | NN                  | NVP      | NGP      | M100 (g) | Prod. (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|------------|-----------|---------------------|----------|----------|----------|------------------------------|
| 1          | 69,6 ab   | 12,6                | 23,4 a   | 54,32 a  | 145 a    | 4210,8 a                     |
| 2          | 74,4 ab   | 11,4                | 20,7 ab  | 55,4 a   | 134 cd   | 4021,1 ab                    |
| 3          | 72,4 ab   | 14,4                | 22,6 a   | 53,5 a   | 135 bc   | 3910,2 bc                    |
| 4          | 75,6 ab   | 13,8                | 22,3 a   | 56,2 a   | 135 bc   | 3763,8 cd                    |
| 5          | 71,8 ab   | 13,8                | 21,3 ab  | 52,9 ab  | 129 de   | 3525,5 e                     |
| 6          | 76,0 ab   | 14,0                | 18,6 b   | 52,0 ab  | 136 bc   | 3695,9 cd                    |
| 7          | 77,4 a    | 13,8                | 20,6 b   | 47,8 bc  | 140 ab   | 3741,6 cd                    |
| 8          | 71,2 ab   | 12,2                | 18,4 b   | 44,8 c   | 133 cd   | 3221,4 e                     |
| 9          | 64,0 b    | 12,0                | 12,5 c   | 32,9 d   | 124 e    | 3695,9 cd                    |
| Valor F    | 2,312*    | 1,198 <sup>ns</sup> | 25,010** | 48,110** | 28,092** | 30,844**                     |
| CV(%)      | 8,25      | 16,64               | 7,35     | 5,71     | 1,88     | 3,08                         |

Nota: \*Médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade - \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade - ns – não significativo. Tratamento 1: Pó de rocha 5 ton ha<sup>-1</sup>; Tratamento 2: Pó de rocha 5 ton ha<sup>-1</sup> + 100 Kg KCl ha<sup>-1</sup> + 250 kg MAP ha<sup>-1</sup> (09-43-00); Tratamento 3: Pó de rocha 5 ton ha<sup>-1</sup> + 50 kg KCl ha<sup>-1</sup> + 125 kg MAP ha<sup>-1</sup> (09-43-00); Tratamento 4: MAP e KCl 250 e 100 kg ha<sup>-1</sup>; Tratamento 5: Testemunha (sem adubação); Tratamento 6: MAP e KCl 250 e 100 kg ha<sup>-1</sup> + inoculação turfoso; Tratamento 7: MAP e KCl 250 e 100 kg ha<sup>-1</sup> + inoculação no sulco de plantio; Tratamento 8: Biofertilizante sem inoculação de sementes e Tratamento 9: Biofertilizante + inoculação no sulco de plantio. \* Means followed by different letters differ significantly by the Tukey test at 5% probability. \*\* Significant at the 1% probability level - \*Significant at the 5% probability level - ns - not significant. Treatment 1: Rock powder 5 ton ha<sup>-1</sup>; Treatment 2: Rock powder 5 ton ha<sup>-1</sup> + 100 kg KCl ha<sup>-1</sup> + 250 kg MAP ha<sup>-1</sup> (09-43-00); Treatment 3: Rock powder 5 ton ha<sup>-1</sup> + 50 Kg KCl ha<sup>-1</sup> + 125 kg MAP ha<sup>-1</sup> (09-43-00); Treatment 4: MAP and KCl 250 and 100 kg ha<sup>-1</sup>; Treatment 5: Witness (without fertilizer); Treatment 6: MAP and KCL 250 and 100 kg ha<sup>-1</sup> + peat inoculation; Treatment 7: MAP and KCl 250 and 100 kg ha<sup>-1</sup> + inoculation in the planting furrow; Treatment 8: Biofertilizer without seed inoculation and Treatment 9: Biofertilizer + inoculation in the planting furrow.

Fonte: Autoria própria. Own authorship.

Segundo Taiz e Zeiger (2009), a altura da planta é considerada um indicador importante pela sua associação com a produção, manejo de plantas daninhas, acamamento e eficiência na colheita. Seu crescimento em altura depende da elongação do caule, que ocorre em função do número e do comprimento dos internódios.

Fatores como temperatura, umidade, fertilidade do solo, época de semeadura e densidade de plantas afetam a altura de planta, o grau de acamamento e a produtividade da cultura (SEDIYAMA *et al.*, 1989). No entanto, é preciso destacar que a altura das plantas de soja é um atributo geneticamente controlado (VERNETTI *et al.*, 2009), ou seja, as modificações no

ambiente podem afetar a expressão gênica, mas se a planta estiver em condições ótimas, deverá apresentar altura próxima à descrita para a variedade.

Para variável número de nós não houve diferença significativas em ambos os tratamentos. O número final de nós (NFN) é tido como outra importante variável de crescimento, pois está diretamente relacionado com a duração do ciclo (SETIYONO *et al.*, 2007).

Já em relação ao número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de 100 grãos observa-se que o tratamento 9 obteve os menores valores (Tabela 1).

O pó de rocha quando associado ao esterco pode ter apresentado valores absolutos de nitrogênio (N) maiores do que quando aplicado pó de rocha puro, mostrando que esta associação pode ter promovido um pequeno incremento na liberação deste nutriente para a cultura, aliado a inoculação no sulco de plantio pode ter favorecido para que a soja vegetar-se além do necessário, implicando assim no menor número de vagem por planta e consequentemente menor número de grãos por vagem.

Em relação à produtividade houve diferença significativa, tendo o tratamento 1 o maior valor (4210,8 kg ha<sup>-1</sup>), porém não diferindo do tratamento 2 (4021,1 kg ha<sup>-1</sup>) como se verifica na tabela 1. Conforme Melahmed e Figueiredo Neto (2009), o pó de rocha constitui-se como fonte de nutrientes para plantas cultivadas durante grandes períodos e proporciona o aumento da capacidade de troca catiônica dos solos, devido à construção de novos minerais de argila durante o processo de alteração da rocha, por apresentar a solubilidade mais lenta que os fertilizantes comerciais.

Assim, os resultados obtidos na primeira safra, após 130 dias da rochagem, apresentam-se como satisfatórios, uma vez que a produtividade obtida corresponde à média obtida com a utilização de fertilizantes minerais (Tabela 1). Os resultados de produtividade de soja com a utilização de pó de rocha como fonte de P desenvolvidos por (SOUZA *et al.*, 2009) em casa de vegetação demonstraram que o uso do pó de rocha é uma promissora alternativa de fertilizante e corretivo para as culturas.

Outros estudos também têm apontado que a produtividade da soja quando aplicado a técnica da rochagem, pode ser maior que às produtividades obtidas com uso de fontes solúveis, como demonstraram Pacô e Oliveira (2010), que compararam a produtividade de soja usando como fontes de P o superfosfato simples e o fosfato de rocha Itafós, com cerca de 8% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em ácido cítrico. Os resultados mostraram superioridade de 25%, aproximadamente, na produtividade da soja adubada com a rocha fosfática e ainda um maior equilíbrio nutricional das plantas.

**Tabela 2.** Teores foliares de macronutrientes e micronutrientes da soja fertilizada com pó de rocha e biofertilizantes em função dos tratamentos e teores de referência. Safra 2016/2017. Ipameri, GO. *Leaf content of macronutrients and micronutrients of soybeans fertilized with rock powder and biofertilizers depending on treatments and reference levels. 2016/2017 harvest. Ipameri, GO.*

| Variável                  | Tratamento |         |         |         |         |         |         |          |         | F         | CV (%) | Valor ref.  |
|---------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|-----------|--------|-------------|
|                           | 1          | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8        | 9       |           |        |             |
| N (g kg <sup>-1</sup> )   | 40,9 bc    | 40,1 c  | 37,9 d  | 41,4 ab | 41,4ab  | 40,4bc  | 38,6 d  | 38,6 d   | 42,1 a  | 46,449**  | 0,93   | 45,1 - 55,0 |
| P (g kg <sup>-1</sup> )   | 2,2 bc     | 2,3 bc  | 2,3 bc  | 2,6 ab  | 1,9 c   | 2,4 bc  | 2,6 ab  | 2,2 bc   | 3,1 a   | 9,721*    | 7,85   | 2,6 - 5,0   |
| K (g kg <sup>-1</sup> )   | 19,9 b     | 22,8 a  | 23,0 a  | 19,5b   | 19 bc   | 17,1 c  | 17,1 c  | 19,1 b   | 23,0 a  | 31,968**  | 3,45   | 17,1 - 25,0 |
| Ca (g kg <sup>-1</sup> )  | 11,8 cd    | 10,0 e  | 11,6 cd | 12,0 bc | 11,2 d  | 12,0 bc | 12,6b   | 12,3 bc  | 14,0 a  | 52,276**  | 2,15   | 3,6 - 20,0  |
| Mg (g kg <sup>-1</sup> )  | 5,3 ab     | 5,3 ab  | 5,4 ab  | 5,3 ab  | 4,9 b   | 5,0 b   | 5,0 b   | 5,3 ab   | 5,8 a   | 4,593*    | 4,30   | 2,6 - 10,0  |
| S (g kg <sup>-1</sup> )   | 3,0 bc     | 2,9 bc  | 2,7 c   | 2,9 bc  | 3,0 bc  | 3,1 abc | 2,7 c   | 3,2 ab   | 3,5 a   | 7,921*    | 4,95   | 2,1 - 4,0   |
| B (mg kg <sup>-1</sup> )  | 38,0 de    | 43,0 c  | 37,7 e  | 42,7 c  | 46,0 ab | 41,3 c  | 41,0 cd | 40,3 cde | 48,7 a  | 29,068**  | 2,71   | 21 - 55     |
| Zn (mg kg <sup>-1</sup> ) | 61,3 b     | 50,0 g  | 47,0 h  | 55,3 e  | 58,3 c  | 50,3 g  | 52,0 f  | 57,3 d   | 63,4 a  | 830,250** | 0,61   | 21 - 50     |
| Fe (mg kg <sup>-1</sup> ) | 150,3 c    | 154,3 c | 114,0 f | 160,3 b | 137,7 d | 154,0 c | 124,5 e | 156,0 bc | 192,0 a | 377,933** | 1,34   | 51 - 350    |
| Mn (g kg <sup>-1</sup> )  | 93,3 b     | 89,0 c  | 75,0 de | 91,0 bc | 74,3 ef | 71,0 f  | 70,7 f  | 78,6 d   | 129,0 a | 599,164** | 1,52   | 21 - 100    |
| Cu (g kg <sup>-1</sup> )  | 11,0 b     | 11,0 b  | 15,0 a  | 10,7 b  | 9,0 b   | 10,0 b  | 11,0 b  | 8,5 b    | 16,0 a  | 16,840**  | 9,41   | 6 - 14      |

Nota: \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade - \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F ( $p > 0.05$ ); CV - Coeficiente de variação. Ref<sup>l</sup> = referência = nível crítico (Sousa e Lobato, 2004). \*\* *Significant at the 1% probability level* - \* *Significant at the 5% probability level by the F test ( $p > 0.05$ )*; CV- *Coefficient of variation*. Ref<sup>l</sup> = *reference = critical level (Sousa and Lobato, 2004)*.

Fonte: Autoria própria. *Own authorship*.



Analisando a tabela 2, verificou-se que os nutrientes N e P nos diferentes tratamentos encontram-se abaixo dos valores de referência. Apenas no tratamento 9, o nível de P encontra-se dentro da faixa ideal para cultura, os demais macros e micronutrientes estão de acordo com os níveis para cultura da soja conforme descrito por Sousa e Lobato (2004).

O tratamento 9 com biofertilizante e o Tratamento 1 só com pó de rocha houve diferença significativa para ambos os nutrientes exceto para o Mg. Tal fato pode ser explicado devido a presença do composto orgânico presente no tratamento 9. Biswas (2010), trabalhando com culturas de batata e soja afirma que a mistura de agrominerais a compostos orgânicos, esterco, permite a obtenção de materiais mais ricos ou mais equilibrados em relação aos nutrientes necessários à nutrição das plantas, além disso, tendem a ser mais eficientes.

Plewka *et al.* (2009) em trabalho realizado com feijoeiro, aplicando 2 t ha<sup>-1</sup> de pó de basalto somados a 0,5 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, verificaram um aumento significativo na produtividade em relação aos demais tratamentos.

Em geral os resultados encontrados na tabela 2 mostram certo equilíbrio entre os nutrientes, esses dados fomenta a importância da realização de análises de tecidos das culturas, uma vez que de acordo com a Embrapa (2005) a análise foliar possibilita verificar a ocorrência de deficiências, toxidez ou desequilíbrio de nutrientes. Em suma, permite um melhor monitoramento e a avaliação de um programa adequando de adubação e, caso necessário for, auxilia no seu ajuste e tomada de decisão para a próxima safra de culturas anuais.

## CONCLUSÃO

O pó de rocha se mostrou promissor, seja como fonte de fertilizante, ou em substituição ou complementação ao uso de adubos altamente solúveis.

Quanto ao biofertilizante, apesar das boas produtividades apresentada no ensaio, pode-se dizer que o seu uso seria melhor aproveitado em outras culturas mais exigentes em nitrogênio como por exemplo as gramíneas

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AINSWORTH, E. A.; YENDREK, C. R.; SKONECZKA, J. A.; LONG, S. P. Accelerating yield potential in soybean: potential targets for biotechnological improvement. **Plant Cell and Environment**, Chichester, v. 35, n. 1, p.38-52, 2012.

ALVARES V. V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.

BISWAS, D. R. Nutrient recycling potential of rock phosphate and waste mica enriched compost on crop productivity and changes in soil fertility under potato-soybean cropping sequence in an Inceptisol of Indo-Gangetic Plains of India. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 89, n. 1, p.15-30, 2010.

CARMO, M. S.; BORGES, L. P.; JUNIOR, H. D. T.; SANTOS, P. G. F.; MATOS, F. S. Efeito da disponibilidade de nitrogênio e déficit hídrico no crescimento inicial de plantas de pinhão manso. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 5, n. 2, p.33-49, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Embrapa soja**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Acesso em: 01 out. 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

FREITAS, M. S. C.; ARAÚJO, C. A. S.; SILVA, D. J. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido de Visu**, Petrolina, v. 2, n. 1, p.150-161, 2012.

HANISCH, A. L.; FONSECA, J. A.; JUNIOR, A. A. B.; SPAGNOLLO, E. Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro safras, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p.100-107, 2013.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 46 p.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 46 p. (Documentos, 319)

LOPES, A. C. A.; VELLO, N. A.; PANDINI, F.; ROCHA, M. M.; TSUTSUMI, C. Y. Variabilidade e correlações entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p.341-348, 2002.

MELAMED, R. Implicações das interações físico-químicas no manejo de fertilizantes para sistemas de produção agrícola em solos tropicais. In: LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (ed.). **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. cap. 5, p. 139-147.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e plantas em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399 p.

OSTERROHT, M. Rochagem para quê? In: OLIVEIRA, J. P. **Rochagem-I: adubação com rochas silicatadas moídas**, 20. Botucatu: Agroecológica, 2003. cap. 3, p. 12-15.

PAÇÔ, I. B.; OLIVEIRA, S. A. Eficiência agronômica de fosfato de rocha itafós, utilizados isoladamente ou associados ao superfosfato simples no oeste da Bahia, para a cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2010, Brasília. **Anais [...]** Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2010. p. 93-100.

PESSOA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. J. Fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em Argissolo vermelho eutrófico a partir de adubos comerciais. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 3, n. 1-2, p.19-23, 2002.

PLEWKA, R. G.; ZAMULAK, J. R.; VENANCIO, J. A.; MARQUES, A. C.; OLIVEIRA, C. D. Avaliação do uso do pó de basalto na produção de feijão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 4, n. 2, p.4397- 4400, 2009.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja: 1ª parte**. Viçosa: UFV, 1989. 96 p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. *In*: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. 969 p.

SETIYONO, T. D.; WEISS, A.; SPECHT, J. E.; BASTIDAS, A. M.; CASSMAN, K. G. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 100, p.257-271, 2007.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. *In*: SOUSA, D. M. S.; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: **Correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2004. cap. 1, p.81-96.

SOUZA, F. N. S.; ALVES, J. M.; D'AGOSTINI, L. R.; PINHEIRO, O. N.; ALMEIDA, V. R.; CAMPOS, G. A. Rejeito Mineral como fonte de Nutrientes. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 1., 2009, Brasília. **Anais [...]** Brasília, DF: [s. n.], 2009. p. 303-308.

SOUZA, J. R.; RIBEIRO, B. N.; RAPOSO, T. O.; FIORIN, J. E.; CASTRO, G. S. A.; MAGALHÃES, R. S. Eficiência do fósforo revestido com polímeros na cultura da soja. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 3, n. 4, p.1-9, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

THEODORO, S. H. **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 344 p.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p.721-730, 2006.

VERNETTI, F. J.; VERNETTI JUNIOR, F. J.; **Genética da Soja: Caracteres Qualitativos e Diversidade Genética**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 221 p.